

Lintujen sopeutuminen kaupunkiympäristöön

Aino Heikka

Luk-tutkielma

Biologian tutkinto-ohjelma

Oulun yliopisto

Kesäkuu 2021

Sisällys

Tiivistelmä

1. Johdanto.....	1
2. Kaupungistuminen.....	1
3. Sopeutuminen kaupunkiympäristöön	2
4. Kaupunkiympäristöön sopeutumiseen vaikuttavat ominaisuudet	3
4.1 Ravinto.....	3
4.1.1 Ravinnon hankinta.....	4
4.2 Pesintä	4
4.2.1 Pesimäpaikat.....	4
4.2.2 Pesimämenestykseen vaikuttavat tekijät	5
4.3 Muuttokäyttäytyminen.....	6
4.4 Koko.....	6
4.4.1 Kaupunkilintujen kokoon vaikuttavat tekijät	7
4.5 Lisääntyminen.....	8
4.6 Käyttäytymispiirteet.....	8
4.6.1 Rohkeus	9
4.6.2 Aggressiivisuus.....	10
4.6.3 Laulu.....	10
5. Pohdinta.....	11
Lähdeluettelo	14

Tiivistelmä

Kaupungistuminen on pitkään jatkunut prosessi ja sen etenemisen sekä ihmisvaikutuksen voimistumisen myötä elinympäristöjä katoaa ja luonnon monimuotoisuus vähenee. Kaupungistumiskehitys muuttaa elinympäristön mikroilmastoa, kasvillisuutta, tarjolla olevia resursseja ja eliöyhteisöä. Osa linnuista sopeutuu näihin muutoksiin, mutta monet lajit ovat harvinaistuneet kaupungistumisen myötä. Kaupunkialueita välttelevien lintujen sopeutumisen edistämiseksi on tärkeää selvittää, miten erilaiset ominaisuudet vaikuttavat lintujen sopeutumiseen. Tässä tutkielmassa selvitän mitkä ominaisuudet ovat edullisia lintujen kaupunkiympäristöön sopeutumisen kannalta ja millaisia evolutiivisia muutoksia uuteen ympäristöön sopeutuminen linnuissa aiheuttaa.

Lintujen biologiset ominaisuudet vaikuttavat siihen, miten hyvin ne sopeutuvat urbaaniin ympäristöön. Monet hyvin kaupunkiympäristöön sopeutuneet lajit ovat generalisteja, jotka pysyvät hyödyntämään monipuolisesti ihmisten tarjoamia resursseja. Muita kaupunkilinnuilla yleisiä ominaisuuksia ovat siementen ja hedelmien käyttö ravintona, korkealla pesiminen, rohkea persoonallisuus ja muuttokäyttäytymisen vaimeneminen. Kaupungistumiseen sopeutuminen vaikuttaa myös lintujen kokoon, lisääntymiskäytökseen ja ääntelyyn. Yksittäisten ominaisuuksien merkitys on kuitenkin pieni lintujen sopeutumiskyvyn kannalta. Tulevaisuudessa tulisikin tutkia lintujen ominaisuusyhdistelmien vaikutusta sopeutumiseen.

Kaupungistumisen pitkäaikaisvaikutuksista ei tiedetä vielä kovin paljon, joten lyhyellä aikavälillä adaptiivisilta vaikuttavat muutokset eivät välttämättä paranna linnun menestymistä pitemmällä aikavälillä. Aiheen ollessa globaalisti merkittävä, lisää tutkimusta tarvittaisiin myös alueilta, jotka ovat tähän asti jääneet vähemmälle huomiolle, kuten trooppisen vyöhykkeen kehittyvät kaupunkialueet. Näin voitaisiin kehittää suojelutoimenpiteitä vastaamaan lajien todellisia tarpeita.

1. Johdanto

Kaupungistuminen on globaali uhka luonnon monimuotoisuudelle (Patankar ym. 2021). Lisääntynyt rakentaminen muuttaa luonnonympäristöjä radikaalisti, eivätkä kaikki lajit ehdi sopeutua ihmistoiminnasta johtuviin nopeisiin muutoksiin. Kaupungistumisen aiheuttamista, lintujen ominaisuuksien (engl. traits) muutoksista on tehty useita maanosan kattavia ja globaalin mittakaavan tutkimuksia (Patankar ym. 2021). Eniten kaupungistumisen vaikutuksia on tutkittu laulu- sekä vesilinnuilla ja suurin osa tutkimuksista on keskittynyt lauhkean vyöhykkeen maihin. Yksittäisistä lintulajeista mustarastaiden (*Turdus merula*), talitiaisten (*Parus major*) ja varpusten (*Passer domesticus*) kaupungistumista on tutkittu eniten (Patankar ym. 2021).

Lintulajien voidaan ajatella jakautuvan kahteen ryhmään niiden urbanisaatiokyvyn mukaan. Sopeutujat sietävät kaupungistumisen vaikutuksia ja niiden urbaanit populaatiot ovat pysyviä, kun taas välttelijät eivät selviydy kaupunkiolosuhteissa (Crocini ym. 2008). Lajien ominaisuudet voivat vaikuttaa myös populaatiotasolla siihen, miten ne reagoivat muuttuvaan ympäristöön (Callaghan ym. 2019). Kaupunkiympäristöön sopeutujat ja sen välttelijät eroavat toisistaan muun muassa ravinnonhankinnan, pesimistapojen ja muuttokäyttäytymisen suhteen (Crocini ym. 2008).

Tässä tutkielmassa perehdyn lintujen kaupunkiympäristöön sopeutumista helpottaviin ominaisuuksiin sekä sopeutumisen vaikutuksiin lintujen eri ominaisuuksissa. Lintujen sopeutumiskykyä tutkimalla saadaan lisätietoa lajien kriittisistä tarpeista ja sitä voidaan hyödyntää haavoittuvien lajien suojelun suunnittelemisessa. Erityisesti vanhempien kaupunkien lintuyhteisöjä tutkimalla voidaan tuottaa hyödyllistä tietoa uudempien asutusalueiden lintuyhteisöjen säilyttämiseksi ja eläinten sopeutumisen helpottamiseksi (Jokimäki ym. 2016).

2. Kaupungistuminen

Kaupungistunut, urbaani alue eroaa koskemattomasta luonnonympäristöstä voimakkaan ihmisvaikutuksen perusteella (Jokimäki ym. 2016). Møllerin ym. (2012) mukaan luonnonympäristön muuttuminen kaupunkiympäristöksi vaikuttaa valo-olosuhteisiin, elinympäristöjen jakautumiseen ja eliöyhteisön koostumukseen. Urbaaneille elinympäristöille ominaisia piirteitä ovat myös ihmistoimintaan liittyvät ravinnonlähteet sekä tyypillisesti

ympäröivästä alueesta eroava mikroilmasto (Jokimäki ym. 2016). Tämä kaupunkisaarekeilmiö luo tiiviisti rakennetuille alueille muuta ympäristöä lämpimämmät olosuhteet ja mahdollistaa siten pidemmän kasvukauden (Møller ym. 2012). Runsaaseen ihmistoimintaan liittyy myös lisääntynyt saastuminen kaupunkialueilla (Callaghan ym. 2019).

Kaupungistuminen aiheuttaa lukuisia muutoksia lintujen luonnollisiin elinympäristöihin niiden katoamisen, sirpaloitumisen ja eriytymisen myötä, sekä lisää ekologisesti uudenlaisia ympäristöjä (Callaghan ym. 2019). Kaupungistuminen aiheuttaa myös muutoksia luonnolliseen päivärytmiin keinovalaistuksen myötä, ja tasoittaa vuodenaikaisvaihtelua niin abioottisten kuin bioottisten tekijöiden suhteen; esimerkiksi puiden silmut puhkeavat usein aiemmin kaupungeissa kuin niiden ulkopuolella (Leveau 2018). Osa lajeista sopeutuu näihin kaupunkielämään liittyviin muutoksiin ja esiintyy runsaina ihmisasutuksen keskellä, kun taas toisia, läheisissä luonnonympäristöissä yleisiäkin lajeja ei juuri koskaan tavata kaupunkialueilla (Callaghan ym. 2019).

3. Sopeutuminen kaupunkiympäristöön

Kaupunkiympäristön toimiessa ikään kuin suodattimena lajien biologisille ominaisuuksille, lajiston funktionaalinen monimuotoisuus vähenee ajan myötä (Crocì ym. 2008). Myös Patankar ym. (2021) koontiartikkelin mukaan monimuotoisuus vähenee yleisesti maaseudulta kaupunkialueille päin mentäessä, ja vain harvojen lajien tiheys on suurempi kaupunkialueella kuin luonnonympäristössä. Nämä ovat kaksi ehkä huomattavinta kaupungistumisen aiheuttamaa ekologista muutosta ja lajien vähenemisen on havaittu olevan myös globaali trendi kaupunkialueiden levittäytyessä yhä laajemmalle (Patanekar ym. 2021).

Yleisesti kaupungistuminen suosii runsaslukuisia generalistilajeja, jotka käyttävät monipuolisesti erilaisia habitaatteja ja ravintokohteita, ja toisaalta vaikuttaa negatiivisesti harvinaisempiin ja pitkälle erikoistuneisiin lajeihin (Møller ym. 2012). Pitkälle erikoistumisesta on hyötyä vakaissa ympäristöissä, mutta rakennetulla alueella erilaisia häiriöitä esiintyy paljon ja se heikentää specialistien kilpailukykyä (Patanekar ym. 2021). Lisäksi sukupuuttoriski on yleensä korkeampi lajeilla, jotka ovat pitkälle erikoistuneita verrattuna lajeihin, joiden ekologinen lokero on laajempi (Callaghan ym. 2019).

Kaupungistuneilla lintulajeilla on tyypillisesti suuri levinneisyysalue, erityisesti holarktisella alueella (Crocì ym. 2008). Holarkkinen alue kattaa Pohjois-Amerikan Meksikoa lukuun

ottamatta, sekä Euroopan, Saharan pohjoispuolisen Afrikan ja Aasian Himalajalta pohjoiseen. Møllerin (2009) mukaan kaupungistuneiden lintujen alalajien määrä on suurempi kuin vain maaseudulla tavattavilla lajeilla, mikä tukee käsitystä suuremmasta levinneisyydestä.

Suuremman levinneisyysalueen lisäksi hyvin kaupungistumiseen sopeutuneilla lajeilla urbaanit populaatiot voivat olla suurempia kuin saman lajin populaatiot ympäröivällä maaseudulla (Møller ym. 2012). Tutkijoiden mukaan tällaisia lajeja ovat esimerkiksi kesykyyhky (*Columba livia domestica*), mustarastas ja varpunen. Saman tutkimuksen mukaan urbaanien lintupopulaatioiden tiheydet kertovat lintujen kaupungistumisajankohdasta. Viime aikoina kaupungistuneilla lajeilla ero kaupunki- ja maaseutupopulaatioiden koossa on pienempi kuin lajeilla, jotka ovat kaupungistuneet jo kauan sitten.

4. Kaupunkiympäristöön sopeutumiseen vaikuttavat ominaisuudet

4.1 Ravinto

Ruokavalio on olennaisesti kaupungistumistaipumukseen vaikuttava ominaisuus (Patankar ym. 2021), mutta globaalissa mittakaavassa vaikutukset eroavat jonkin verran alueittain esimerkiksi ilmaston mukaan. Patankarin ym. (2021) koontiartikkelin mukaan suuri osa kaupunkikeskusten linnuista on sekasyöjiä erityisesti lauhkean ilmaston vyöhykkeellä. Kaupungistumisen myötä yleistyneet hedelmiä tuottavat puut ja pensaat sekä koristekasvit edistävät hedelmiä ja siemeniä syövien lajien sopeutumista kaupunkiympäristöön (Paton ym. 2019). Kettelin ym. (2018) koontiartikkelin mukaan petolinnuista parhaiten kaupunkiympäristöön ovat sopeutuneet lajit, jotka saalistavat pienempiä lintuja. Kaupunkialueilla niille on tarjolla runsaasti ravintoa pienempien lintujen kaupungistumisen myötä (Jokimäki ym. 2016).

Sekasyöjät hyötyvät eniten kaupunkialueiden tarjoamista monipuolisista ravinnonlähteistä. Ne käyttävät ravintonaan yleisesti ruuantähteitä (Patankar ym. 2021) ja kaatopaikat voivat toimia muun muassa petolinnuille ympärivuotisinä ruokailupaikkoina (Leveau 2018). Kaupunkialueilla niveljalkaisia esiintyy myös tasaisemmin ympäri vuoden kuin kaupunkien ulkopuolella (Leveau 2018). Lisäksi alueilla, joissa ihmisillä on lintulautoja, ruokinta helpottaa siemeniä ja pähkinöitä ravinnokseen käyttävien lintujen sopeutumista kaupunkiympäristöön (Patankar ym. 2021).

Ihmisten tarjoama lisäruokinta voi erityisesti edistää lintujen selviytymistä kaupunkiympäristössä alueilla, joissa talvet ovat kylmiä (Jokimäki ym. 2016). Talvikuukausina

lintujen ruokinta on kaikkein säännöllisintä (Leveau 2018). Leveaun (2018) mukaan lintujen ruokintapaikkoja esiintyy pääosin vain kehittyneissä maissa ja ruokinta on yleisempää ja monipuolisempaa kaupungeissa kuin maaseudulla.

Toisaalta tietynlaiseen ravintoon erikoistuneet lajit voivat vältellä kaupunkialueille asettumista, jos niille sopivaa ravintoa on siellä vähemmän saatavilla kuin maaseudulla (Patankar ym. 2021). Esimerkiksi Callaghan ym. (2019) havaitsivat australialaisessa tutkimuksessaan, että hyönteis- ja siemensyöjät välttelevät kaupunkialueita. Hyönteissyöjien vähäisyys on havaittu myös muissa tutkimuksissa (Patankar ym. 2021), mutta siemensyöjien tapauksessa ero globaaliin suuntaukseen voi johtua suhteellisen vähäisestä lintujen ruokinnasta Australian kaupungeissa (Callaghan ym. 2019). Petolinnuista huonoimmin kaupungistumiseen sopeutuvat pieniä nisäkkäitä saalistavat lajit, koska niille sopivaa saalista on kaupunkialueilla tarjolla vain vähän (Kettel ym. 2018).

4.1.1 Ravinnon hankinta

Ravinnon laadun lisäksi kaupungistumistaipumus näkyy myös lintujen ruuanhankintatavoissa (Patankar ym. 2021). Callaghan ym. (2019) mukaan kaupunkialueiden lisääntyminen vaikuttaa negatiivisesti erityisesti yksin ruokaileviin lintuihin ja suosii sosiaalisempia lajeja. Patankarin ym. (2021) koontiartikkelin mukaan linnut muuttavat ravinnonhankintakäyttäytymistään sopeutuakseen paremmin uuteen ympäristöön. Kaupungeissa öisin tarjolla oleva ravinto ja keinovalaistus voivat esimerkiksi saada tavallisesti päiväaktiiviset petolinnut saalistamaan yöaikaan (Leveau 2018). Myös maasta ravintoa etsivät linnut käyttäytyvät eri tavoin kaupunkialueen vihreillä laikuilla kuin jatkuvassa kasvillisuudessa (Patankar ym. 2021).

4.2 Pesintä

4.2.1 Pesimäpaikat

Ravinnon käytön lisäksi toinen tärkeä ominaisuus, joka vaikuttaa lintujen kaupungistumiseen, on pesimäpaikkojen hyödyntäminen (Patankar ym. 2021). Patankarin ym. (2021) artikkeliin koottujen tutkimusten eräs johdonmukaisimmista havainnoista on maassa pesivien lajien väheneminen kaupunkikehityksen myötä. Jokimäen ym. (2016) mukaan pensaskerroksen väheneminen kaupunkikeskustoissa heikentää alueiden sopivuutta maassa pesiville lajeille. Sen sijaan asumattomia rakennuksia on kaupungeissa runsaasti ja jotkin lajit, kuten tervapääsky (*Apus apus*) ja varpunen, ovat erikoistuneet hyödyntämään niitä pesäpaikkoina (Reynolds ym.

2019). Myös monet loppilajit pesivät rakennusten katoilla ja niiden urbaanit populaatiot ovatkin kasvaneet runsaasti viime vuosikymmeninä (Reynolds ym. 2019).

Kaupunkiympäristöön sopeutuneiden lintujen pesät eroavat rakenteeltaan luonnonympäristöissä elävien lintujen pesistä (Reynolds ym. 2019). Tutkimuksen mukaan suurin ero on antropogeenisen materiaalin lisääntyminen ja samalla luonnonmateriaalien, erityisesti paikallisten kasvien väheneminen pesissä. Vaihtelua on paljon sekä lajien että eri kaupungeista löytyvien pesien välillä, ja tutkijat ovatkin vielä erimielisiä pesämateriaalien valintaan liittyvistä tekijöistä (Reynolds ym. 2019).

4.2.2 Pesimämenestykseen vaikuttavat tekijät

Jokimäen ym. (2016) mukaan luonnonoloissa puunkoloissa pesivät linnut vaikuttavat sopeutuvan helposti rakennettuun ympäristöön, jossa pesimäpaikkoina voi käyttää esimerkiksi savupiippuja ja talojen muita rakenteita sekä linnunpönttöjä. Puolan Varsovassa tehdyssä tutkimuksessa havaittiin Reynoldsin ym. (2019) mukaan, että noin 80 % paikallisesta talitiaispopulaatiosta pesi ontoissa aidan tolmissa. Kolopesijät hyötyvät mahdollisten pesimäpaikkojen määrän lisäksi kolojen antamasta suojasta erityisesti petolintuja vastaan (Jokimäki ym. 2016).

Toinen hyvä esimerkki lajista, jonka lisääntymismenestys on parantunut kaupunkiympäristöön sopeutumisen ja pesimäkäyttäytymisen sopeuttamisen myötä, on muuttohaukka (*Falco peregrinus*). Gahbauerin ym. (2015) mukaan muuttohaukkojen populaation kasvua rajoittaa yleisesti sopivien pesimäpaikkojen määrä. Itäisen Pohjois-Amerikan muuttohaukkanpopulaatio on kuitenkin kasvanut viime vuosikymmeninä erityisesti kaupunkiympäristöissä, ja linnut pesivät kallioiden lisäksi muun muassa rakennusten katoilla ja siltarakenteissa (Gahbauer ym. 2015).

Reynoldsin ym. (2019) tutkimuksessa todettiin kaupunkiympäristössä elämiseen erikoistuneiden tervapääskyjen ja varpusten pesivät enimmäkseen asumattomissa rakennuksissa, minkä vuoksi niiden populaatiot ovat riippuvaisia sopivien rakennusten olemassaolosta. Toisaalta monet kaupungistumiseen sopeutuneet lajit, kuten lokit, hyödyntävät rakennusten lisäksi myös luonnonympäristöissä tarjolla olevia pesäpaikkoja, eivätkä siten ole riippuvaisia rakennetusta ympäristöstä (Reynolds ym. 2019).

Paikallisen petoyhteisön koostumuskin voi vaikuttaa lintujen pesimämenestykseen, kaupunkialueilla esimerkiksi villikissat (*Felis catus*) ja ketut (*Vulpes vulpes*) ovat uhka erityisesti maassa sijaitseville pesille (Jokimäki ym. 2016). Petoyhteisön koostumus kuitenkin

vaihtelee kaupungin sijainnin mukaan ja pohjoisilla leveysasteilla petolinnut ovatkin villikissoja suurempi uhka pesille kylmien talvien vuoksi (Jokimäki ym. 2016). Saman tutkimuksen mukaan elinympäristöjen sirpaloitumisen myötä reunahabitaattien määrä kasvaa kaupunkialueilla ja se lisää niitä suosivien pesärosvojen, kuten varislintujen määrää.

4.3 Muuttokäyttäytyminen

Patankarin ym. (2021) mukaan kaupungistumisen vaikutukset näkyvät muuttolintujen vähäisempänä lajimääränä rakennetuilla alueilla sekä muutoksina lajien muuttokäyttäytymisessä. Esimerkiksi mustarastaita ja varpusia jää talvehtimaan kaupunkialueille, koska ravintoa on riittävästi tarjolla ympäri vuoden (Patankar ym. 2021). Lämpösaarekeilmiön myötä kaupunkikeskustojen korkeammat lämpötilat sekä rakennusten suojat voivat helpottaa kaupungissa talvehtimista verrattuna maaseutuun (Jokimäki ym. 2016).

Kaupungistumiskehitys voi myös vaikuttaa kaupunkien lintuyhteisöjen koostumukseen paikkalintujen ja muuttavien yksilöiden suhteen (Patankar ym. 2021). Crocin ym. (2008) mukaan pesimäseudulle talvehtimaan jäävät linnut sopeutuvat paremmin paikallisiin olosuhteisiin ja pärjäävät siten paremmin resurssikilpailussa. Talvehtivat yksilöt pääsevät valikoimaan sopivia pesäpaikkoja ennen kuin kilpailijat palaavat muuttomatkaltaan (Jokimäki ym. 2016). Crocin ym. (2008) mukaan myös sulkasadon ajoitus parantaa paikkalintujen menestystä verrattuna muuttaviin. Muuttolintujen sulkasato on usein lyhytkestoinen ja osittain päällekkäinen pesimäkauden kanssa, jolloin puvun vaihto vie energiaa esimerkiksi poikasten ruokkimiselta (Crocini ym. 2008). Lisäksi runsaasti irtoilevat sulat voivat vaikuttaa lintujen lentämiseen, mikä kasvattaa saaliiksi jäämisen riskiä (Crocini ym. 2008). Saman tutkimuksen mukaan paikkalintujen hitaampi, kerran vuodessa tapahtuva sulkasato ei rasita lintuja yhtä paljon, jolloin niillä on käytettävissä enemmän resursseja jälkeläisten hoitoon.

4.4 Koko

Kaupunkien ja maaseutualueiden linnut eroavat toisistaan morfologisten ominaisuuksien ja koon perusteella (Liker ym. 2008, Caizergues ym. 2018). Likerin ym. (2008) tutkimuksessa varpusten havaittiin painavan vähemmän ja olevan muutenkin pienempikokoisia kaupunkiympäristössä kuin maaseudulla. Ero lintujen alkuperän välillä näkyi myös kyseiseen tutkimukseen liittyneessä koejärjestelyssä, jossa lintuja pidettiin kontrolloiduissa olosuhteissa

ja ruokaa oli vapaasti saatavilla. Samanlaisia eroja havaittiin myös toisessa, Caizerguesin ym. (2018) tutkimuksessa, jossa kokoero havaittiin kaupunki- ja maaseutupopulaatioiden talitiaisten välillä.

Myös vastakkaisia havaintoja ruumiinkoon ja kaupunkiympäristöön sopeutumisen suhteesta on tehty (Patankar ym. 2021). Patankar ym. (2021) mainitsevat Tasmaniassa hopealokeilla (*Larus novaehollandiae*) tehdyn tutkimuksen, jossa havaittiin, että koiraslokkien ruumiin paino on suurempi kaupunkialueilla verrattuna luonnonympäristöön. Mahdollinen syy tälle voisi Patankarin ym. mukaan olla sekasyöjien hyötyminen monipuolisista ravinnonlähteistä, joita kaupunkiympäristössä on tarjolla.

4.4.1 Kaupunkilintujen kokoon vaikuttavat tekijät

Morfologisten erojen syystä on esitetty useita hypoteeseja. Liker ym. (2008) ehdottavat tutkimuksessaan selitykseksi varpuslinnuille epäsuotuisia olosuhteita, jotka rajoittaisivat poikasten kasvua kaupunkiympäristössä. Poikasten pääravintoa ovat niveljalkaiset, joiden määrä voi olla kasvillisuuden vähäisyyden vuoksi vähäinen pitkälle kaupungistuneilla alueilla (Liker ym. 2008). Tutkijoiden mukaan tätä hypoteesia tukee myös aiemmin tehty toinen tutkimus, jonka mukaan varpuspoikueiden keskimääräinen massa kasvoi samalla kun pesäpaikkaa ympäröivä kasvillisuusalue laajeni. Varpuspoikaisten kunnan on havaittu heikentyvän kaupunkien pesimäpaikoilla myös korkeampien lyijytasojen ja lisääntyneen typpidioksidin määrän vuoksi (Liker ym. 2008).

Caizerguesin ym. (2018) mukaan aiemmissa tutkimuksissa on esitetty useita muitakin ympäristötekijöihin liittyviä mahdollisia selityksiä kokoeroille. Luottokorttihypoteesin mukaan linnut selviävät kaupunkiympäristössä ilman rasvakerroksen kerryttämistä tarvittavien resurssien hyvän ennustettavuuden vuoksi, ja toisaalta myös Bergmannin säännön mukaan kaupunkilinnut olisivat lämpösaarekeilmiön myötä pienempiä kuin maaseutupopulaatioiden linnut (Caizergues ym. 2018).

Caizergues ym. (2018) ehdottavat, että populaatioiden morfologisten erojen taustalla olisi fenotyyppinen plastisuus, ja muutokset lintujen ominaisuuksissa olisivat seurausta epäsuotuisista olosuhteista kaupunkialueella. Tutkimuksessa ei saatu viitteitä morfologisten erojen adaptiivisuudesta, eikä siihen analyysien mukaan kohdistunut myöskään suurta valintapainetta. Myös Liker ym. (2008) mainitsevat tutkimuksessaan, että ympäristötekijöiden lisäksi erot poikasten kasvussa voivat johtua adaptiivisista, kaupunkiympäristöön sopeutumiseen liittyvistä muutoksista. Toisaalta Caizergues ym. (2018) huomauttavat, että

merkitsevän valinnan puute voi olla myös merkki nopeasta evoluutiosta kohti urbaania morfologista tyyppiä.

4.5 Lisääntyminen

Patonin ym. (2019) mukaan paljon poikasia tuottavien lintujen esiintymistodennäköisyys kasvaa alueilla, joissa kaupungistumisen vaikutukset voimistuvat. Sekä munittujen munien että poikasten lukumäärä ovat suhteellisen tärkeitä ominaisuuksia metsälintujen kaupungistumisvasteen muodostumisessa sekä vaikutuksen laajuuden että voimakkuuden suhteen (Paton ym. 2019). Suurempi poikastuotanto ja poikueen korkea selviytymistodennäköisyys pienentävät saalistuksen ja rakennuksiin tai autoihin törmäysten aiheuttaman kuolleisuuden vaikutusta (Patankar ym. 2021).

Kaupungistuneiden lajien lisääntymismenestykseen liittyy myös aikaistunut sukupuolirauhasten kehitys (Patankar ym. 2021). Nopeamman kehityksen myötä linnut aloittavat pesinnän aiemmin ja pesimäkausi on pidempi kuin maaseudulla elävillä saman lajin linnuilla (Patankar ym. 2021). Pidempi pesimäkausi saattaa mahdollistaa suuremman jälkeläistuotannon ja siten parantaa lintujen kokonaiskelpoisuutta useita poikueita lisääntymiskauden aikana tuottavilla lajeilla, kuten mustarastailla (Partecke & Gwinner 2007). Aikaistunut sukupuolirauhasten kehittyminen on ominaista linnuille, joilla ei esiinny muuttokäyttäytymistä (Partecke & Gwinner 2007).

4.6 Käyttäytymispiirteet

Kaupungistuminen tarjoaa linnuille monenlaisia uusia resursseja, mutta vain osa lajeista kykenee sopeutumaan kaupunkiympäristön asettamiin rajoitteisiin (Jokimäki ym. 2016). Patankarin ym. (2021) koontiartikkelin mukaan parhaat mahdollisuudet kaupunkiolosuhteissa selviytymiseen ovat linnuilla, jotka ovat innovatiivisia ja rohkeita. Esimerkiksi lokit ovat erityisen hyviä hyödyntämään ihmisten tarjoamaa ravintoa, ja se onkin yksi tärkeimmistä kyvyistä lintujen kaupunkiympäristöön sopeutumisen kannalta (Patankar ym. 2021). Koontiartikkelissa mainitaan myös innovatiivisuuden olevan suurimmillaan lajien kaupungistumisen alkuvaiheessa sekä antavan viitteitä lajien riskinottokyvystä.

4.6.1 Rohkeus

Toisin kuin luonnollisissa elinympäristöissä, kaupunkiolosuhteissa linnut ovat jatkuvasti ihmisten ja liikenteen keskellä, pakopaikkoja on vähemmän ja petoyhteisö on erilainen (Patankar ym. 2021). Kaupungistumiseen sopeutumisen myötä linnut tottuvat muun muassa kaupunkien erilaisiin saalistajiin, kuten koiriin ja kissoihin (Patankar ym. 2021). Lisääntyneet ärsykkeet myös muokkaavat lintujen alttiutta reagoida mahdollisiin uhkiin. Kaupungistuneiden lintujen rohkeutta ja uhkiensietokykyä mitataan pakoetäisyyden avulla (Møller 2008).

Kaupunkipopulaatioissa lintujen pakoetäisyydet ovat lyhyempiä kuin saman lajin linnuilla maaseutupopulaatioissa (Møller 2008). Pakoetäisyydellä tarkoitetaan sitä etäisyyttä, jonka päästä lintu lähtee lentoon havaittuaan esimerkiksi mahdollisen saalistajan lähestyvän. Patankarin ym. (2021) mukaan pakoetäisyyksien lyhentymisen osoittaa kaupunkilintujen olevan maaseudulla asuvia lajitovereitaan rohkeampia sekä sopeutuneita jatkuvaan ihmisten läheisyyteen. Pakoetäisyyden lyhentymisen säästää energiaa ja mahdollistaa uusien ravintokohteiden hyödyntämisen, esimerkiksi useilla loppilajeilla on mitattu lyhyempiä pakoetäisyyksiä paikoissa, joissa on tarjolla ihmisten ravintoa (Patankar ym. 2021).

Møllerin (2008) tutkimuksen mukaan suhteellisesti lyhyimmät pakoetäisyydet olivat lajeilla, jotka ovat tavallisia kaupunkiympäristöissä, kuten kesykyhkyllä ja harmaahaikaralla (*Ardea cinerea*). Vastaavasti pisimmät pakoetäisyydet havaittiin lajeilla, jotka ovat vasta viime aikoina alkaneet kaupungistua. Lisäksi Møllerin tutkimuksessa havaittiin pakoetäisyydellä olevan merkittävä yhteys sekä populaatiokokoon että kaupungistuneiden sukupolvien lukumäärään. Tutkimuksen mukaan pakoetäisyydet olivat lyhyimpiä lajeilla, joiden kaupunkipopulaatiot olivat suuria ja lajin kaupungistumisesta oli kulunut useita sukupolvia.

Käyttäytymisen plastisuus (engl. behavioural plasticity) on yksi tärkeimmistä ominaisuuksista linnuilla, jotka kykenevät muokkaamaan pelkoreaktioitaan (Patankar ym. 2021). Termillä tarkoitetaan synnynnäistä kykyä muokata käytöstä ulkoisen stimulaation mukaan. Tutkijat ovat kuitenkin erimielisiä käyttäytymismuutosten plastisuuden taustasta. Toisaalta plastisuuden ajatellaan olevan tärkeä uuteen elinympäristöön sopeutumiseen liittyvä adaptaatio, ja toisaalta ajatellaan, että jo alun perin rohkeammat yksilöt ovat onnistuneet levittäytymään uudenlaiseen ympäristöön ja aremmat eivät ole onnistuneet (Patankar ym. 2021).

4.6.2 Aggressiivisuus

Aggressiivisuutta voi ilmetä useissa tilanteissa. Patankarin ym. (2021) koontiartikkelin mukaan aggressiivinen käytös voi kohdistua kilpailijoihin, liittyä ravinnon hankintaan tai pesän puolustukseen, tai johtua kemikaaleille altistumisesta. Useissa tutkimuksissa on havaittu kaupungeissa elävien lintujen olevan aggressiivisempia kuin maaseudulla asuvat lajitoverinsa (Patankar ym. 2021). Esimerkiksi Evansin ym. (2010) mukaan laulusirkut (*Melospiza melodia*) ovat rohkeampia ja aggressiivisempia kaupunkipopulaatioissa kuin maaseutupopulaatioissa. Tutkimuksessa havaittiin merkittävä ero sekä suhtautumisessa ihmisen lähestymiseen että toista lintua simuloivaan äänitteeseen. Tällaiset erot käyttäytymisessä voivat olla seurausta vuosia kestäneestä mikroevoluutiosta, eivätkä pelkästään käyttäytymisadaptaatioita (Patankar ym. 2021). Kaupungistuneilla linnuilla erot reviiriaggressiivisuudessa ovat kuitenkin osoittautuneet hyvin laji- ja tilannekohtaisiksi (Patankar ym. 2021).

4.6.3 Laulu

Patankarin ym. (2021) mukaan kaupunkialueille tyypillinen piirre on matalataajuisen melun suuri määrä. Esimerkiksi liikennemelu on tällaista kauas kantautuvaa ääntä, joka vaikeuttaa lintujen kommunikointia. Linnunlaulu voi hukkua kaupungin meluun, johtaen laulun huonoon kuuluvuuteen ja sen myötä lopulta heikompaan lisääntymismenestykseen (Patankar ym. 2021).

Kaupungistumiseen sopeutuneet linnut muuttavat lauluaan ja muuta ääntelyään, jotta ne tulisivat kuulluiksi melusta huolimatta (Patankar ym. 2021). Kyseisten tutkijoiden koontiartikkelin mukaan linnunlaulun rakenteen muutosten ajatellaan jakautuvan kahteen tyyppiin, laulamiseen korkeammalla taajuudella ja Lombard-efektin vaikutukseen. Lombard-efekti on yleinen ilmiö eläinkunnassa, ja se tarkoittaa automaattista äänenvoimakkuuden kasvattamista tilanteessa, jossa ääntelevä yksilö ei kuule kunnolla, esimerkiksi taustamelun vuoksi (Brumm & Zollinger 2011). Lombard-efekti on havaittu sekä mustarastaiden että talitiaisten laulussa (Patankar ym. 2021). Kuulumista parantaakseen linnut voivat myös muuttaa laulun taajuusaluetta, tavujen pituutta sekä laulun kestoa (Patankar ym. 2021).

Patankarin ym. (2021) mukaan kaupunkialueiden asuttamisessa valinnan on havaittu kohdistuvan erityisesti korkeataajuiseen lauluun. Muun muassa kaupungistuneiden mustarastaiden on havaittu laulavan metsäisissä luonnonympäristöissä eläviä lajitovereitaan korkeammalta (Nemeth ym. 2013). Pienemässä mittakaavassa samanlaisia tuloksia on saatu myös Kalifornian urbaaneilla pihapunavarpusilla (*Haemorhous mexicanus*). Niiden havaittiin laulavan korkeammalta kaupunkipuistossa jalankulkijoiden suosimissa paikoissa kuin

rauhallisemmilla alueilla (Patankar ym. 2021). Korkeampia osuuksia sisältävä laulu kuuluu paremmin matalataajuisen kaupunkimelun yli ja lisäksi tutkijat ovat havainneet, että laulun korkeimmissa kohdissa myös amplitudi on suurempi (Nemeth ym. 2013).

Muita kaupungistumiseen liittyviä lintujen ääntelyyn vaikuttavia tekijöitä ovat heijastavat pinnat, kasvillisuuden tiheys, ympäristön lämpötila, melutason vaihtelu ihmistoiminnan mukaan (Patankar ym. 2021) sekä keinotekoinen valaistus (Leveau 2018). Nemethin ym. (2013) tutkimuksen mukaan myös kaupunkialueella suurempi populaatiotiheys voi aiheuttaa mustarastaiden lauluun muutoksia. Tutkijoiden mukaan samankaltaisia tuloksia on saatu myös talitiaisten kaupunkipopulaatiosta, missä melutaso ja pesintätiheys vaikuttivat lintujen laulutaajuuteen (Nemeth ym. 2013).

Laulun rakenteen muuttamisen sijaan linnut voivat myös muuttaa laulun ajoitusta välttääkseen äänen peittymisen meluun, esimerkiksi punarintojen (*Erithacus rubecula*) on havaittu laulavan kaupunkialueilla öisin (Patankar ym. 2021). Joidenkin lintujen on puolestaan havaittu aloittavan laulamisen aamulla aiemmin (Leveau 2018; Patankar ym. 2021). Tämä efekti on havaittu tutkimuksissa useilla lajeilla, myös joillain punarinnoilla (Leveau 2018).

5. Pohdinta

Sekä kaupungistumisen tutkiminen biologian näkökulmasta että invaasiobiologia ovat olleet viime aikoina kasvavan mielenkiinnon kohteena ja lintujen kaupungistuminen onkin loistava mallisysteemi uusien elinympäristöjen asuttamisen tutkimukselle (Møller ym. 2012). Kaupungistumistutkimusten tuloksia voidaan hyödyntää yleisesti invaasiobiologiassa, koska kaupunkiekosysteemeissä esiintyy runsaasti erilaisia satunnaisesti esiintyviä häiriöitä, kuten muissakin ihmisen hyödyntämissä ympäristöissä, kuten viljelysmailla ja vesistöissä (Møller 2012).

Vaikka linnut näyttäisivät sopeutuvan kaupungistumisen aiheuttamiin muutoksiin lyhyellä aikavälillä, tarvitaan lisää tietoa muutoksen pitkäaikaisvaikutuksista (Patankar ym. 2021). Lintujen esiintyvyyškartoitukset ovat usein harrastajien ja ammattilaisten yhteistyön tulosta ja innokkaiden harrastajien keräämää informaatiota tarvitaan myös tulevaisuudessa pitkäaikaisaineistojen muodostamiseen ja laajempien tutkimusten taustatyöhön.

Ajan kulumisen vaikuttaa lintuyhteisöjen koostumukseen. Ensimmäiset kaupungistuneet lajit ovat olleet enimmäkseen pienikokoisia metsälintuja, ja kaupunkialueiden vähäinen

saalistuspaine onkin voinut edistää lajien sopeutumista (Jokimäki ym. 2016). Metsälintujen yleisyyttä voivat selittää myös sopivat pesimäpaikat sekä sopeumat asteittaisen habitaatinmuutoksen myötä (Crocì ym. 2008). Saalislajien lisääntyminen kaupungeissa voi houkutella alueelle yhä enemmän petolintuja, joille kaupunkiympäristö tarjoaa sopivia pesäpaikkoja sekä suojaa sääolosuhteilta.

Suurin osa kaupunkilintujen ekologiaa käsittelevistä tutkimuksista on tehty kehittyneissä maissa, jotka sijaitsevat lauhkealla ilmastovyöhykkeellä. Trooppisilla alueilla on monipuolinen linnusto ja kaupungistuminen etenee siellä kiihtyvää vauhtia, joten suojelutoimien kehittämiseksi olisi tärkeää saada lisätietoa kaupungistumisen vaikutuksista tropiikin lintuihin (Patankar ym. 2021). Myös kehittyneiden ja kehittyvien maiden väliset sosioekonomiset ja kaupunkien väliset morfologiset erot voivat vaikuttaa lintuyhteisöihin, joten lisää tutkimusta kehittyvien maiden kaupungistumisen vaikutuksista lintuihin tarvittaisiin (Lucas Matías Leveau 2018). Alueellisia eroja on ilmaston lisäksi myös suhtautumisessa lintuihin ja esimerkiksi kaupunkien linnuille tarjoamat ravinnonlähteet vaihtelevat suuresti alueiden välillä.

Kaupungistumiskehityksen edetessä potentiaalisten pesäpaikkojen monimuotoisuus yleisesti hupenee ja se näkyy kaupunkialueiden lajikirjon vähenemisenä (Reynolds ym. 2019). Lintujen pesintämahdollisuuksia kuitenkin voidaan parantaa lisäämällä linnunpönttöjä, pesälavoja ja luonnollista kasvillisuutta urbaaneille alueille (Reynolds ym. 2019). Uusien resurssien tarjoamisessa on myös haittapuolensa. Reynoldsin ym. (2019) mukaan kaupunkiympäristö voi toimia ekologisena ansana resurssien väliaikaisuuden vuoksi. Esimerkiksi erilaiset ihmisten pystyttämät väliaikaiset rakenteet voivat houkutella lintuja rakentamaan pesiä, mutta niiden hävitessä lintujen pesät tuhoutuvat. Samoin Reynoldsin ym. (2019) mukaan linnunpöntöt ovat hyödyllisiä vain paikoissa, joissa linnuille on tarpeeksi ravintoa, muuten ne voivat vaikuttaa negatiivisesti lintujen menestymiseen alueella.

Patonin ym. (2019) mukaan olisi tärkeää kohdistaa suojelutoimenpiteitä heikoimmassa asemassa olevien lajien sopeutumisen helpottamiseen. Pesimäpaikkojen ja ravinnonhankinnan suhteen vaativat specialistilajit ovat usein tällaisia kaupunkialueiden välttelijöitä. Paton ym. (2019) ehdottavat mahdollisiksi toimenpiteiksi muun muassa maankäytön suunnittelua paremmaksi lintujen muuttoreittien kannalta sekä yöllisen valaistuksen vähentämistä kaupunkialueilla.

Suurimmassa osassa yksittäistä ominaisuutta käsittelevistä tutkimuksista on keskitytty vain muutaman lajin, kuten mustarastaiden ja talitiaisten tutkimiseen. Patankarin ym. (2021) mukaan

ongelma koskee erityisesti käyttäytymispiirteiden ja fysiologisten ominaisuuksien tutkimusta, ja se voi johtaa vääristyneeseen kuvaan näiden ominaisuuksien merkityksestä lintujen kaupungistumiseen sopeutumisessa. Muutenkin yksittäisten ominaisuuksien merkitys kaupungistumispotentiaalin kannalta on melko pieni. Lintujen sopeutumiskyky on riippuvainen useiden ominaisuuksien yhdistelmästä, ei niinkään mistään yksittäisestä ominaisuudesta (Crocini ym. 2008). Tulevissa urbanisaatiotutkimuksissa olisikin hyvä ottaa huomioon ominaisuuksien yhdistelmiä, jotka antaisivat laajemman ja luotettavamman kuvan lintujen sopeutumismahdollisuuksista.

Møllerin ym. (2012) mukaan kaupungistuneet lintupopulaatiot eriytyvät ajan kuluessa yhä enemmän, ja useissa tutkimuksissa on havaittu merkittäviä geneettisiä eroavuuksia maaseutu- ja kaupunkipopulaatioiden välillä. Eroja on myös saman lajin erillisten kaupunkipopulaatioiden kesken (Møller ym. 2012). Kaupungistuminen saattaa johtaa populaatioiden geneettiseen eriytymiseen. Eriytymisen kannalta merkittävimpiä ovat muutokset lisääntymiskäyttäytymiseen liittyvissä ominaisuuksissa, kuten laulussa, lisääntymisen ajankohdassa ja pesintämenestyksessä (Patankar ym. 2021).

Lähdeluettelo

- Brumm H & Zollinger SA (2011) The evolution of the Lombard effect: 100 years of psychoacoustic research. *Behaviour*. 148: 1173–1198. doi:10.1163/000579511X605759
- Caizergues AE, Grégoire A & Charmantier A (2018) Urban versus forest ecotypes are not explained by divergent reproductive selection. *Proceedings of the Royal Society B*. 285: 20180261. doi:10.1098/rspb.2018.0261
- Callaghan CT, Major RE, Wilshire JH, Martin JM, Kingsford RT & Cornwell WK (2019) Generalists are the most urban-tolerant of birds: a phylogenetically controlled analysis of ecological and life history traits using a novel continuous measure of bird responses to urbanization. *Oikos*. 128:845–858. doi:10.1111/oik.06158
- Croci S, Butet A & Clergeau P (2008) Does urbanization filter birds on the basis of their biological traits?. *The Condor*. 110(2):223–240. doi:10.1525/cond.2008.8409
- Evans J, Boudreau K & Hyman J (2010) Behavioural syndromes in urban and rural populations of song sparrows. *Ethology*. 116: 588–595. doi:10.1111/j.1439-0310.2010.01771.x
- Gahbauer MA, Bird DM, Clark KE, French T, Brauning DW & McMorris FA (2015) Productivity, mortality, and management of urban peregrine falcons in Northeastern North America. *The Journal of Wildlife Management*. 79(1): 10–19. DOI: 10.1002/jwmg.803
- Jokimäki J, Suhonen J, Jokimäki-Kaisanlahti M-L & Carbó-Ramírez P (2016) Effects of urbanization on breeding birds in European towns: impacts of species traits. *Urban ecosystems*. 19:1565–1577. doi:10.1007/s11252-014-0423-7
- Kettel EF, Gentle LK, Quinn JL & Yarnell RW (2017) The breeding performance of raptors in urban landscapes: a review and meta-analysis. *Journal of Ornithology*. 159: 1–18. doi:10.1007/s10336-017-1497-9
- Leveau LM (2018) Urbanization, environmental stabilization and temporal persistence of bird species: a view from Latin America. *PeerJ*. 6:e6056. doi:10.7717/peerj.6056
- Liker A, Papp Z, Bókony V & Lendvai AZ (2008) Lean birds in the city: body size and condition of house sparrows along the urbanization gradient. *Journal of animal ecology*. 77: 789–795. doi:10.1111/j.1365-2656.2008.01402.x
- Møller AP (2008) Flight distance of urban birds, predation, and selection for urban life. *Behavioural Ecology and Sociobiology*. 63:63–75. doi:10.1007/s00265-008-0636-y

- Møller AP (2009) Successful city dwellers: a comparative study of the ecological characteristics of urban birds in the Western Palearctic. *Oecologia*. 159:849–858. doi:10.1007/s00442-008-1259-8
- Møller AP, Diaz M, Flensted-Jensen E, Grim T, Ibáñez-Àlamo JD, Jokimäki J, Mänd R, Markó G, Tryjanowski P (2012) High urban population density of birds reflects their timing of urbanization. *Oecologia*. 170:867–875. doi:10.1007/s00442-012-2355-3
- Nemeth E, Pieretti N, Zollinger SA, Geberzahn N, Partecke J, Miranda AC & Brumm H (2013) Bird song and anthropogenic noise: vocal constraints may explain why birds sing higher-frequency songs in cities. *Proceedings of the Royal Society B*. 280: 20122798. doi:10.1098/rspb.2012.2798
- Partecke J & Gwinner E (2007) Increased sedentariness in European blackbirds following urbanization: a consequence of local adaption?. *Ecology*. 88(4): 882–890. doi:10.1890/06-1105
- Patankar S, Jambhekar R, Suryawanshi KR & Nagendra H (2021) Which traits influence bird survival in the city? A Review. *Land*. 10(2):92. doi:10.3390/land10020092
- Paton GD, Shoffner AV, Wilson AM & Gagné SA (2019) The traits that predict the magnitude and spatial scale of forest bird responses to urbanization intensity. *PLoS ONE*. 14(7): e0220120. doi:10.1371/journal.pone.0220120
- Reynolds SJ, Ibáñez-Àlamo JD, Sumasgutner P & Mainwaring MC (2019) Urbanisation and nest building in birds: a review of threats and opportunities. *Journal of Ornithology*. 160:841–860. doi:10.1007/s10336-019-01657-8